

**科学的思考力・判断力・表現力をのばす学習活動**

－互いに高めあう学習活動の工夫－

荏原 寛一      吉田 茂興      添谷 信行

**1 研究主題設定の趣旨**

本校理科では、昨年度まで学習指導要領の改訂にあわせ、活用型学習活動について研究をおこなってきた。その中で、科学的思考力、科学的判断力、科学的表現力の定義について論じ、それらをのばす方策を授業で実践を積み重ねてきた。今年度より、それを踏襲しつつ更に発展させる意味で、「活用型」の授業という狭義の枠にとらわれずに、それらの力をのばすための方策について検証していこうと考えた。

中央教育審議会の答申において、今回の学習指導要領の改善の柱として、第1に言語活動の充実、第2に理数教育の充実をあげている。具体的には、レポートの作成や論述などの知識・技能を活用する学習活動を行うことが重要であることが指摘された。さらに、「思考力・判断力・表現力等をはぐくむ学習活動の例」として、次の①～⑥の学習活動を例示している。

- ①体験から感じ取ったことを表現する
- ②事実を正確に理解し伝達する
- ③概念・法則・意図などを解釈し、説明したり活用したりする
- ④情報を分析・評価し、論述する
- ⑤課題について、構想を立て実践し、評価・改善する
- ⑥互いの考えを伝え合い、自らの考えや集団の考えを発展させる

これらの活動は、理科の学習活動として今まで行われてきたものであり、言語活動にも深く関わる内容である。

新学習指導要領のもとで、学習評価について中学校理科では、「科学的思考」が「科学的な思考・表現」に、また「観察・実験の技能・表現」が「観察・実験の技能」に観点の名称が変更になった。この思考・表現に関わることについては、改訂の基本的な考え方及び学習指導要領に明確に示されている。

中学校理科の学習指導要領では、改訂にあたっての基本的な考え方として、次の4つの大きな柱を掲げ、科学的な思考力、表現力を育成する重要性を確認している。

- ①科学に関する基本的概念のいっそうの定着を図り、科学的な見方や考え方、総合的な見方を育成すること
- ②科学的な思考力、表現力を育成すること
- ③科学を学ぶ意義や有用性を実感させること
- ④科学的な体験、自然体験を充実すること

『学習指導要領解説』には、その説明として、「自然の事物・現象に進んでかわり、その中に問題を見だし、目的意識を持って観察、実験を主体的に行い、課題を解決するなど、科学的に探究する学習活動をいっそう重視して改善を図る。目的意識を持って観察、実験などを行うことについては従前のものを継承し、その上で、観察、実験の結果を分析して解釈する能力や、導き出した自らの考えを表現する能力の育成に重点を置く。このことは、言語力の育成という教科横断の改善の視点とも関係している。」と示されている。

もちろん、評価の観点において、「表現」の表記が移動したからといって、「表現」することすべてが「科学的な思考・表現」に移ったということではない。探究的な学習の中で、生徒がいかに関科学的に思考しているか、その考えを表現する場面などから評価することを明確にしたものである。

本校理科では、昨年度までの研究を通し、授業の実践の中で生徒に思考したことを適切に表現させることや、互いに考えを伝え合い、自らの考えや集団の考えを高めてしていくことの難しさを感じてきた。したがって、自他共に考えを深め、さらに自らの変容に気付かせるためにも、言語活動を積極的に授業の中に取り入れて、他と考えを伝える場を通して科学的思考力、判断力、表現力等を高めていく必要があると考えている。

そもそも、言語活動が改めて強調された背景には、PISA 調査をはじめとする国際調査の結果や国内の教育課程実施状況調査の結果などから、課題が指摘されたということがあ。国際数学・理科教育動向調査の 2007 年調査 (TIMSS2007) の結果では、日本の中学生の理科学力は、国際的に上位に属し続けている一方で、「理科の学習を楽しい」と思うかという問いに対し、「強くそう思う」と答えた生徒は国際的な平均値と比べると、相変わらず著しく低い結果となっている。また、「理科を勉強すると日常生活に役立つ」「将来、自分が望む仕事に就くために、理科でよい成績を取る必要がある」などの理科を学習する重要性の意識をはかるための調査項目に対しても、肯定的回答の割合が国際平均値に比べて大きく下回っている。

総じて、データの読み取り、解釈力が不足していたり、結果と考察の区別が不十分であるなど、基礎的基本的な知識面や技能面において課題が見られ、また以前から指摘されていた理数教科における意欲面の課題が残る結果となった。

また、PISA2009 では、知識や技能等を実生活の様々な場面で直面する課題にどの程度活用できるかについて、「読解力」、「数学的リテラシー」、「科学的リテラシー」の 3 分野にわたり主に記述式で解答を求める問題により調査が行われた。

表 1 日本の2000年～2009年のPISA調査における科学的リテラシーに関する結果

	2009 年調査	2006 年調査	2003 年調査	2000 年調査
日本の得点	539 点	531 点	548 点	550 点
OECD 平均	501 点	500 点	500 点	500 点
OECD 加盟国中の順位	2 位/34 か国	3 位/30 か国	2 位/30 か国	2 位/28 か国
全参加国中の順位	5 位/65 か国	6 位/57 か国	2 位/41 か国	2 位/32 か国

表 1 の経年変化を見ると、2009 年調査と科学的リテラシーが中心分野であった 2006 年調査の平均得点を比較しても、統計的な有意差はなかった。2006 年の結果を受けて、文部科学省は、理数教育の充実が必要であるとし、理科の授業時数を増やし、観察・実験等

を充実する時間を確保し、関心や意欲を高める必要があると示した。よって今後も、観察・実験を充実し、既習の知識や技能を活用して有機的な知識・理解を育成したり、課題追究型学習活動を行い、レポートを書いたり、意見を交換したりするなどの学習活動を引き続き行っていかなければならない。

今後の授業実践において本校理科は、文部科学省が学習指導の改善のポイントとしてあげている「科学的に解釈する力や表現する力の育成を目指した指導の推進」のため、授業の中で、積極的に言語活動を取り入れながら、科学的思考力・判断力・表現力等を高めていく必要があると考えた。すべての教科等において言語活動を充実することが求められているが、それを踏まえた上で、前述の六つの学習活動例で最も高次である「互いの考えを伝え合い、自らの考えや集団の考えを発展させる」学習活動の実践につなげていきたい。そのためには、言語活動により、自分の到達度・理解度を認知しつつ、互いの考えを伝えあい、多様な見方や考え方に触れることが必要である。その意味でも、「協同」を取り入れた学習活動は、「科学的に解釈する力や表現する力の育成」に効果的であると考えた。

以上のことから、本校理科では、「科学的思考力・判断力・表現力をのばす学習活動－互いに高めあう学習活動の工夫－」を研究主題として3年間の研究を行うこととした。

## 2 研究計画

### 1 第1年次（平成22年6月～23年6月）

- (1) 言語活動を重視した学習活動の実践、事例の集積
- (2) 研究仮説の設定

### 2 第2年次

- (1) 「協同」を取り入れた学習活動（言語活動を重視した学習活動を含む）の研究、事例の集積
- (2) 年間指導計画の検討

### 3 第3年次

- (1) 「協同」を取り入れた学習活動（互いに思考力・判断力・表現力をのばす活動）について評価を行い、本校理科としての学習活動の在り方の提言を行う。

## 3 研究内容

研究の第1年次では、研究計画で述べたように、おもに言語活動を重視した学習活動について、研究を行った。本校理科における言語活動を後述し、それに即した実践事例を紹介したい。

### 1 本校理科で考える言語活動

理科の授業の中で行われる言語活動については、様々な活動がある。中央教育審議会の答申においては、言語活動として「記録、説明、要約、論述」が例示されている。そしてそれらの活動は、授業の中で適宜、理科の目標に掲げている能力を高められるかどうか見極めながら、選択していく必要がある。ここではその種類と、使用場面について整理した。

## (1) 言語活動の種類

言語活動には、大きく①文字言語としての活動と、②音声言語としての活動がある。本校理科でとらえている文字言語は、思考の段階から表現に至るときに用いる一般的な「文字」だけでなく、図表やグラフ、数式、など、可視化された情報伝達媒体すべてを表している。文字言語としての活動の例としては、レポートの作成や実験結果をノートに記録することなどがある。本校では、この活動を行わせる際に、自分の考えや既習の知識を整理してまとめ、それを見たり聞いたりする人のことを意識して書くことを重視している。また、実験を行った後に結果と考察をきちんと書き分けることも大切だと考えている。②音声言語としての活動の例としては、考察の発表や、話し合い活動などがある。本校理科では、話し合い活動の中で、自分の考えを適切な言葉で説明し、また他の意見と比較しながら新たに結論を導き出すことを努めることによって、生徒は知識の定着、深化が行われ、科学的思考力・判断力、表現力を高められると考え、継続的に研究すべきであるととらえている。

## (2) 言語活動の使用場面

言語活動の使用場面は、授業の中だけでも様々ある。科学的な探究のプロセスに位置づけながら分類を行った。

### ア 問題を発見し、課題を設定する場面

授業の中で、話し合い活動を取り入れようとしたときに、議題が絞れず、初めはなかなか話が出来ないうことがよくある。ともすると、解決の方向がずれてしまったり、学力の高い生徒の意見にただ従うような形でグループの活動が進んでいく場面がよく見られがちである。話し合いをするときに、ただ話をするだけでなく、どこをどう考えるか、今何が問題になっているのか、自分たちの班ではどういう理由でどのように課題を設定するのかということを確認・共有することが大切である。

### イ 実験の計画と実施の場面

実験や観察を計画するときに、どのような方法で行うかについて検討する場面でも、アの場面と同様、目的に従って、どのような考えで実験を計画するのかということを確認・共有することが大切である。

### ウ 結果を確認したり、考察したりする場面

実験結果を分析したり、解釈したりする場面では、結果から得られた考察を適切な言葉を用いて矛盾なく説明できるようにする必要がある。

### エ 結論を発信する場面

自分で理解したことを他者に説明することで、さらにその理解は深まる。よりよく発信するために、自分自身の考えをまとめたり、振り返ったりする必要がある。

以上のような探究のプロセスの中で、言語活動を取り入れていくことが可能だろう。今後は、どのようにして適切な課題に取り組ませるか、いかに一人一人に自分自身の考えをもたせられるかを、集積した教材の分析やその扱い方、年間指導計画の検討をしながら研究していきたい。

## 2 本校理科における実践事例

本校理科では、科学的思考力とは、①比較し、分類する力、②関係付ける力の2つに集約できると考えている。また科学的判断力とは目標に照らして獲得した色々な情報

について重みを付けたり、価値を付けたりする力であるので、①情報を組織化する力、②種々の情報から適切なものを選択する力の2つに集約することができる。科学的表現力とは、対象にはたらきかけて得られた情報を目的に合わせて的確に表す力であり、①表現すべき内容を獲得する力、②目的をもとに的確に表す力である。これらの力をつけるために、こういった場面でどのような手法で言語活動を取り入れていくかについて試行錯誤を繰り返している。1, 3学年での実践事例を以下に挙げる。

#### (1) 1年「水溶液の性質」の単元における実践事例

##### ア 本実践の趣旨

本単元に入る以前より、授業のはじまりに、自分の学習達成状況を振りかえり、明記する活動を行ってきた。それにより、今後、課題を解決するために必要な項目を引き出すことができるようにするためである。それを行うことは、過去に理解した内容が自己内の言語活動によって「要約」して表現されるという、文字言語としての活動につながる。また、発表を行うことになれば、それは音声言語による「論述」という活動になってくる。利点としてはお互いの過去における理解を強化させるところである。本単元では宇都宮大学教育学部理科教育研究室における「協同学習」の実践研究としての協同授業を行った。「酸・アルカリ」の小単元は、移行措置によって本来3年生のイオンの学習の一つとなって位置づけられるようになったが、ここでは、「水溶液」の発展学習として実施することにした。

##### イ 本実践のポイント

小単元「酸性、アルカリ性とはなにか」「酸性とアルカリ性の水溶液を混ぜ合わせるとどうなるか」は前述の通り1年生の学習課程から削除された。しかし小学校の段階で水溶液の性質の一つとして酸性、アルカリ性、中性のものがあるという形で学習している。本時までに学習した水溶液の「溶けた物質」、「ろ過」に対する粒の概念、質量パーセント濃度の高低といった知識を応用させて酸、アルカリの考え方を導かせていく方法を試みた。また、「協同学習」の実践研究をふまえて、4クラスの内2クラスを教師主体で実験結果のまとめを行う「統制群」、他2クラスを話し合い活動を行い、コンセプトマップを組み合わせたまとめを行う「実験群」として比較目的で実施した。ただし、今後の学習に影響が出ないようにするために後ほど同じ条件になるようにフォローする学習形態を準備して行うものとして、実践に臨んだ。

##### ウ 本実践の経過と評価

###### (ア) 酸性、アルカリ性についての文字言語としての活動

以前より、右の図1のような形式で過去の学習状況を振りかえる活動を展開してきた。第1に知っている知識を自己内で整理し、表記させることにより、知識の定着化をはかり、次の学習へ進むためのアイテムに気づかせるためである。その結果、リトマス紙以外の調べ方(BTB溶液、フェノールフタレイン溶液、マグネシウムリボンでの反応)に

2. 水溶液の性質
3 酸性、アルカリ性とは何か
…(よりかえる) …
●酸性、中性、アルカリ性の水溶液で、リトマス紙の色の変化は?
酸性
中性
アルカリ性

図1 振りかえりを行うための枠

は変化に興味をもって実験を行っていた。マグネシウムリボンの反応に対しては「金属だから鉄やアルミニウムと同じように泡が出るんだよ」と自分なりの考察を述べている生徒

もいた。

#### (イ) 課題を設定する場面

酸性、アルカリ性の水溶液がどのような性質を示すかを理解した上で、混ぜた場合の予想を考えさせた。助言の内容として濃度とのかねあいを意識させ、ワークシートに図2のような記入枠を設け、論述できるように適宜指導してきた。あからさまに「中性になる」という解答に対して懐疑的にとらえ、予想を立てるのにとまどいを見せる生徒が多く見られた。むしろ戸惑っていったほうが実験結果を考察するのによいきっかけになるのではないかと思われる。

また、前時の学習内容を意識して、「BTB 溶液が・・・」や、「マグネシウムリボンが・・・」といったような書き出しでまとめられる生徒が多かった。

2. 水溶液の性質

4. 酸性、アルカリ性の水溶液を混ぜ合わせるとうなるか

(考えてみよう)

①酸性、アルカリ性を混ぜると・・・

②①をたしかめるには・・・

図2 結果の予想を行うための枠

#### (ウ) 結果を確認したり、考察したりする場面

以前より、植物の分類や、白い粉末の分類の仕方、有機物、無機物などの物質の分け方で、文だけでなく、枝分かれ図を用いてまとめる方法を施してきた。本単元では協同授業にいたり、コンセプトマップと銘打って結果の確認や考察を行わせた。統制群では教師主体で基本となる枠組みを与え、そこから自分なりに付け足して行くまとめ方を取らせた。実験群では各自のまとめ(教師は基本となる枠組みも与えず、自由にまとめさせた。)を持ち寄り、班ごとに意見を出し合い、集団のまとめとしてコンセプトマップをつないでいく(階層化させる)方式でまとめを行った。下の図3は各自のまとめ、図4はつないでいったコンセプトマップの一例である。

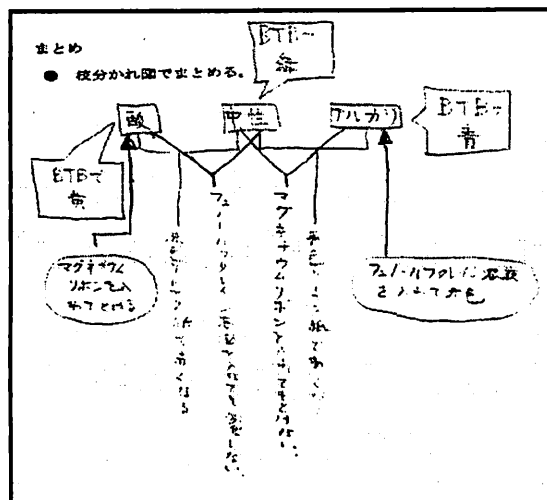


図3 各自の考察(実験群)

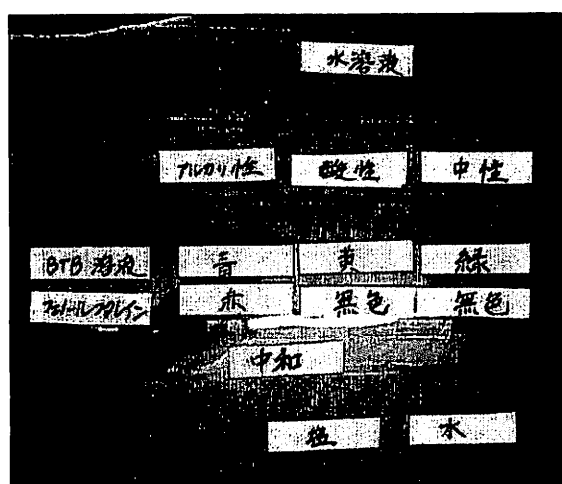


図4 つないでいったコンセプトマップ

この単元は発展学習の単元であるので、望まれるまとめについては「中和とは酸とアルカリが互いに性質を打ち消しあう」「中和すると塩と水ができる」程度でとどめてある。まとめの作成に当たり、「水溶液の酸性とアルカリ性、中和がつながるよ」などの意見が出て、音声言語による活動が積極的に行われた。同じ班の生徒に理解してもらうにはそれなりの「説明、論述」といった言葉の表現力が必要になってくる。生徒は熱心に理解を求め合い、集団の意見として一つのコンセプトマップに集約させていった。

## (エ) 実践の評価

まとめの段階で話し合い、意見を出し合いながら、一つの集団のまとめを作り上げていく言語活動がどれだけ理解として定着しているのか事前テスト、事後テスト、そして一ヶ月程度あけた保持テストを行って確かめた。問題はすべて同じ問題であり、18問なので18点満点とした。その結果が下の表とグラフである。

表2 テストの結果

	事前テスト	事後テスト	保持テスト
統制群	13.24	15.47	14.87
実験群	12.20	15.11	14.89

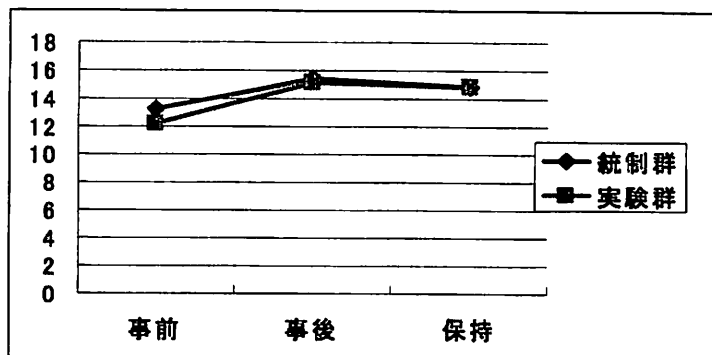


図5 テスト結果のグラフ

事前テストは授業実施前のテストである。ここで実験群、統制群に差があるのは学級ごとの平均点の差と同様のものである。事後テストになるとまとめに話し合い活動やコンセプトマップをつなぐ活動で時間をかけた実験群の方が向上の度合いが大きかった。さらに、保持テストでは両方とも事後テストよりも下がったとはいえ、実験群の方が下がり方が小さく、印象に残って理解されていることがうかがえる。以上のことより、既存知識を文章化させて引き出したり、予想を書く機会を多くするなどの文字言語としての活動は、前述の科学的思考力の②関係付ける力を育成するのに効果的と考えられる。また話し合いによって集団のまとめを作り上げていく音声言語としての活動は科学的判断力の①情報を組織化する力、科学的表現力の②目的をもとに的確に表す力を育成するのに効果があると考えられる。しかし、時間的な制約があるのも確かである。授業の場面場面で適宜、効率よく言語活動を行うための工夫が今後の課題点であると考えられる。

## (2) 3年「力と運動」の単位における実践事例

### ア 本実践の趣旨

第3学年「力と運動」の単位では斜面を滑り落ちる物体の学習をするときに、斜面上の台車の運動のようすと力の大きさを測定する実験を行う。通常、この実験結果から斜面上の物体の運動は、一定の大きさの力によって生じる運動であることを理解させようとしている。しかし、多くの生徒は速く動いている物体ほど大きな力がはたらいていると考えていて、斜面上の物体の運動が一定の大きさの力で生じているとは理解していない場合が多い。そこで本実践では、台車を水平面上で一定の力で引く実験を取り入れた。その時、生徒が自分の考えを言語化して表現できていたかということと、斜面を滑り落ちる物体に加わる力は一定の大きさであることの理解の関係を調査した上で、素朴概念の修正を行うことを試みた。

### イ 本実践のポイント

素朴概念を自己内で明確にするには既習事項を「要約」することから始まる。その概念を表面化させるために発表による音声言語での「説明」、「論述」や、ワークシートによる理由などを、文字言語によって「説明」、「論述」する方法がある。今回は確認テ

ストで解答した理由を書かせることによって素朴概念を引き出し、修正することを試みた。

## ウ 本実践の経過と評価

### (ア) 結果を確認したり、考察したりする場合

まず初めに図6に示すような斜面上の台車の運動のようすを調べる実験1を行った。これは、斜面上を台車を滑らせ、その運動のようすを記録タイマーで記録して等加速度運動であることを調べると同時に斜面上の台車にくわわる力をニュートンばかりではかり、斜面上の台車の運動が一定の大きさの力が加わっていることによって生じることを理解させる実験である。次にこの実験の効果を調べるために図7に示す調査問題1を行った。

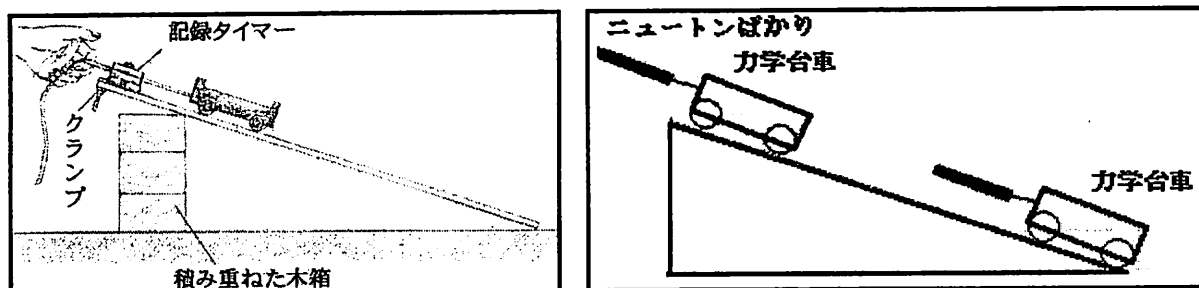


図6 実験1（斜面上における台車の運動のようすと台車に加わる力の大きさを調べる実験）

右の図のように箱形の物体があります。この物体はなめらかに動きます。次の問いに答えなさい。

問い この物体はAの位置から動きはじめ、Bの位置までだんだん速くなっていきました。Aの位置にあるときに斜面を滑り落ちようとする力 $F_1$ とBの位置にあるときに斜面を滑り落ちようとする力 $F_2$ を比べるとその大きさの関係は次のア〜ウのうちどれでしょうか。正しいと思う記号に○をつけなさい。また、それを選んだ理由を答えなさい。

ア  $F_1 = F_2$       イ  $F_1 < F_2$       ウ  $F_1 > F_2$

理由：

図7 調査問題1（斜面上の物体に加わる力の大きさの理解を調査する問題）

下の図8は正答例と誤答例である。どちらも理由を文だけでなく図で表現している。このように正答、誤答合わせ半数近くが図も含めて自分なりの解釈で理由を述べていた。また、正答者は15人、誤答者は22人であった。

⑦ ア  $F_1 = F_2$       イ  $F_1 < F_2$       ウ  $F_1 > F_2$       ア  $F_1 = F_2$       イ  $F_1 < F_2$       ウ  $F_1 > F_2$

理由： 斜面のどの位置にあっても、下向きにかかる力はその物体の重みなので等しい。  
 したがって  $F_1 = F_2$  である。  
 なぜこの運動のときに物体が加速するのかという疑問は、下図のように考えることで解決できる。

図8 調査問題1の正答例と誤答例



#### (イ) 実験の実施の場面

次に図9に示すような水平面上で台車を一定の大きさの力で引く実験2を行った。事前に台車を引く力は何の力か、おもりにはたらく重力は変わるのかを意識させて実験を行わせた。生徒の会話の中から「重力は変わらないし、台車を引いているのはおもりの重力だろ？」

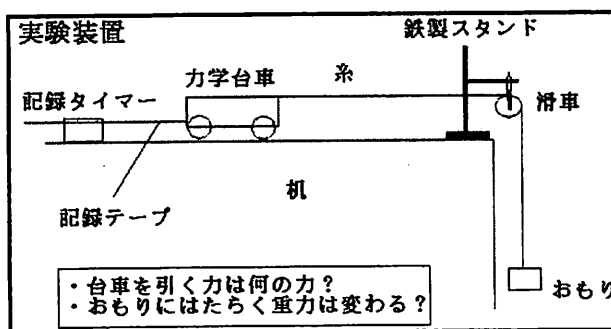


図9 実験2（水平面上の台車を一定の大きさの力で引く実験）

「一定の力がはたら

く運動だよ」という声（音声言語）もよく聞こえた。

#### (ウ) 実践の評価

実験2を行った後、この実験の効果を確かめるために図10に示す調査問題2を行った。調査問題1の誤答者22人の解答を抽出し、調査問題1で理由をかけた生徒11人と理由を書けなかった生徒11人に対して調査問題2における変容について分析した。その結果を図11に示す。

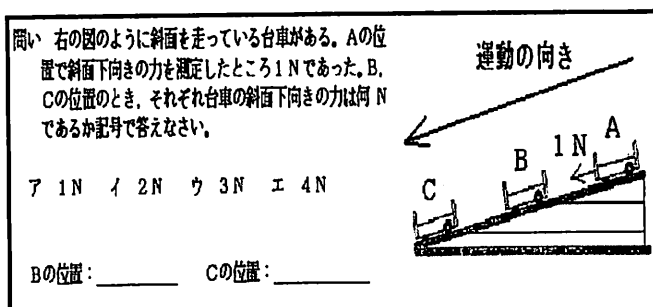


図10 調査問題2

この結果から $\chi^2$ 検定を行うと $\chi^2(1)=3.474$ ,  $0.5 < p < 0.1$ であり、統計的に有意な傾向が見られた。この結果から、素朴概念など、自分の考えを文字言語で表現することが、たとえばはじめは間違っていたとしても正しい概念に変容するきっかけとなることを示唆しているといえる。従って、この

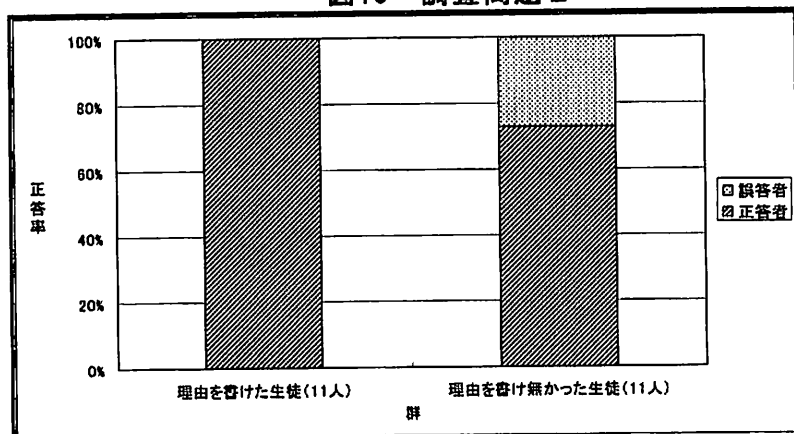


図11 調査問題1の誤答者の調査問題2における変容

実践は、生徒の科学的判断力の②種々の情報から適切なものを選択する力と、科学的表現力の②目的をもとに的確に表す力が育成されるのに効果があったと考えられる。よって、理由をかけなかった生徒に対して、いかに考えをまとめさせ、言語で表現できるように手だて工夫していくことが今後の課題点になると考えられる。

## 4 研究仮説の設定

科学的思考力、判断力、表現力を高めていく手段として、実験・観察の結果の予想や、結果に対する考察を科学的に述べるといったような「記録、説明、要約、論述」の場面を適切に設定していかなければならない。また、その場面で生徒が実際に行う活動は生徒の「言語活動」が土台になってくる。「記録、説明、要約、論述」の場面においては、話

し合い活動や、役割分担、情報交換などを通して、『「協同」を取り入れた学習活動』を行うことにより、互いにより多様な見方や考え方を得ることができる。そして前述の実践のように、自己内外の言語活動を取り入れた学習活動によって、科学的思考力、判断力、表現力の向上が見られたことから、次に述べるような仮説を設定した。

言語活動が充実した学習活動を効果的に実践することによって、自らの考えや集団の考えを発展させ、互いに科学的な思考力、判断力、表現力を高めあうことができるであろう

## 5 今後の課題

仮説の検証のために、今後言語活動や「協同」を取り入れた学習活動を取り入れた授業の工夫が要求される。生徒に対し、適切な課題とは何か、的を絞ってグループ活動を行わせるための手立ては何なのか、一人一人が他に左右されずにかつ任せきりにせずに行わせる場の設定はどんなものなのか、試行錯誤は続きそうである。しかし、生徒が「楽しい、わかりやすい」という実感を得た姿をイメージすると道は見えてくるはずである。学習指導要領、評価の観点の改訂にあわせ、授業をより工夫していかなければならない。

### 引用文献・参考文献

- ・文部科学省：中央教育審議会答申 「幼稚園，小学校，中学校，高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について」，2008
- ・国立教育政策研究所：『生きるための知識と技能②，③』ぎょうせい，2004，2007
- ・国立教育政策研究所 編：生きるための知識と技能－OECD 生徒の学習到達度調査 2003 年調査国際結果報告－，2004
- ・文部科学省：『中学校学習指導要領』東山書房，2008
- ・文部科学省：OECD 生徒の学習到達度調査(PISA)～2006 年調査国際結果の要約～  
[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/gakuryoku-chousa/sonota/071205/001.pdf](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/gakuryoku-chousa/sonota/071205/001.pdf)，2007
- ・文部科学省：PISA 2006 の結果を受けた今後の取組，[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/gakuryoku-chousa/sonota/07032813/08012902.pdf](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/gakuryoku-chousa/sonota/07032813/08012902.pdf)，2007
- ・日本理科教育学会編：理科教育学講座 10 理科の評価，東洋館出版社，1993
- ・文部科学省：小学校児童指導要録，中学校生徒指導要録，高等学校 生徒指導要録，中等教育学校生徒指導要録並びに盲学校，聾(ろう) 学校及び養護学校の小学部児童指導要録，中学部生徒指導要録及び高等部生徒指導要録の改善等について(通知)別紙第 2，  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/houdou/index.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/index.htm)，2000
- ・『理科の教育』Vol.58，No.688，「理科における言語活動の充実」東洋館出版社，2010
- ・『理科の教育』Vol.60，No.706，「言語活動を充実させよう」東洋館出版社，2011
- ・「発想が広がり思考が深まるこれからの理科授業－言語活動を重視した授業づくり－」，東洋館出版社，2010